

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-230296

(43)Date of publication of application : 05.09.1997

(51)Int.Cl.

G02F 1/035

(21)Application number : 08-036744

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 23.02.1996

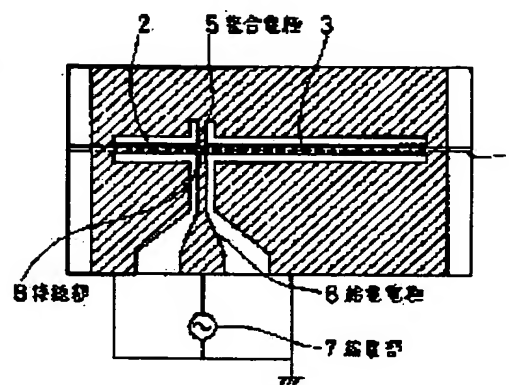
(72)Inventor : DOI MASAHARU

## (54) OPTICAL CONTROL ELEMENT

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To realize a low driving voltage without making the structure of electrodes of an optical control element complex.

SOLUTION: This element has at least one line of a waveguide 1 on the surface layer of an optical base plate and control electrodes 2, 3 are arranged on the waveguide 1 or on a nearby optical base plate and the device has the power supplying electrode 6 for impressing an electric signal on the control electrodes 2, 3. At this time, lengths of the control electrode 2 of the input side of a light beam and the control electrode 3 of the output side of the light positioned at both sides of the connection point 8 among these control electrodes and the power feed electrode 6 are made to be asymmetric.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

22.01.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-230296

(43) 公開日 平成9年(1997)9月5日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
G 0 2 F 1/035

識別記号 庁内整理番号

F I  
G 0 2 F 1/035

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平8-36744

(22) 出願日 平成8年(1996)2月23日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号

(72) 発明者 土居 正治

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地  
富士通株式会社内

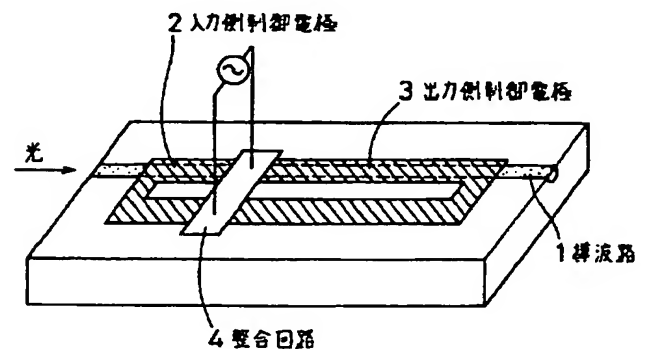
(74) 代理人 弁理士 野河 信太郎

(54) 【発明の名称】 光制御素子

(57) 【要約】

【課題】 光制御素子の電極構造を複雑にすることなく、低駆動電圧化を実現する。

【解決手段】 光学基板の表面層に少なくとも1本の導波路1を有し、該導波路1上又は近傍の光学基板上に制御電極(2及び3)が配置され、該制御電極(2及び3)に電気信号を印加するための給電電極を有し、制御電極(2及び3)と給電電極との接続点8の両側に位置する制御電極の光の入力側2と出力側3の長さが非対称である光制御素子により上記課題を解決する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光学基板の表面層に少なくとも1本の導波路を有し、該導波路上又は近傍の光学基板上に制御電極が配置され、該制御電極に電気信号を印加するための給電電極を有し、制御電極と給電電極との接続点の両側に位置する制御電極の光の入力側と出力側の長さが非対称であることを特徴とする光制御素子。

【請求項2】 制御電極が、その両端を短絡させた構造である請求項1記載の光制御素子。

【請求項3】 入力側の制御電極が、出力側より短い請求項1又は2記載の光制御素子。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光制御素子に関する。更に詳しくは、本発明は、駆動電圧をより低減することが可能な光制御素子に関する。本発明の光制御素子は、光通信装置における光スイッチ、光変調器等に好適に使用できる。

## 【0002】

【従来の技術】近年、光通信等の分野において、一定の周波数かつ高速で光スイッチ及び光変調する光制御素子の研究が活発に行われている。光制御素子は、一般に、光学基板の表面層に光を通過さす導波路と、光の通過を制御する電気回路とからなっている。ここで、電気回路は、集中定数波、進行波形又は定在波形の電気信号を印加しうる構成を有している。この内、高能率化及び広帯域化を図る観点から、進行波形を印加しうる電気回路の構成を有する光制御素子が報告されている（特開平3-253814号公報）。

【0003】しかしながら、光通信の分野では、電気機器の小型化が進み、それに伴って光制御電極の低駆動電圧化が望まれている。また、この分野では、広帯域の周波数に対応さす必要はなく、所望の周波数を含む狭帯域で十分であるので、効率よく電気信号を共振させることにより光を変調することができれば、低駆動電圧化が可能である。

【0004】例えば、村上等、「定在波形電極を用いた導波路光変調素子」〔電子情報通信学会技術報告OQE86-126第71～78頁（1986）〕には、定在波形の電気信号を印加しうる構成の電気回路を用いれば、駆動電圧を低減することができることを報告している。上記文献の光制御素子は、光学基板の表面層に導波路11を有し、導波路11の近傍の光学基板上に形成された制御電極（光を変調さす機能を有する）12と、整合電極13と、該制御電極12の中心に接続されている電気信号を印加するための給電電極14とからなる電気回路を有し、給電電極14は給電部15と接続されている（図5参照）。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記文献に記

載されている光制御素子でも、動作周波数が高くなると、共振周波数も高くなり、それに応じて制御電極の長さも短くなる。そのため、駆動電圧が上昇することとなる。また、制御電極の長さを長くして、高調波共振を生じさせても、制御電極での導体損失によりその低駆動電圧化に限界がある。そのため、更なる低駆動電圧化が望まれていた。ここで、高調波共振とは、共振周波数の中で最も低い周波数の電気信号による共振（基本波共振）を基準とし、この共振の整数倍に近い周波数の電気信号を共振させることを意味する。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】かくして本発明によれば、光学基板の表面層に少なくとも1本以上の導波路を有し、該導波路上又は近傍の光学基板上に制御電極が配置され、該制御電極に電気信号を印加するための給電電極を有し、制御電極と給電電極との接続点の両側に位置する制御電極の光の入力側と出力側の長さが非対称であることを特徴とする光制御素子が提供される。

【0007】図1を用いて、本発明の原理を説明する。図1中、1は導波路、2は入力側制御電極、3は出力側制御電極、4は整合回路を示している。ここで整合回路4は、マイクロ波給電線とのインピーダンス整合を行うために設けられている。まず、整合回路4から印加された所望の周波数のマイクロ波は、入力側制御電極2及び出力側制御電極3で共振することにより、従来の進行波用の電極に比べて大きい電界成分を持たせることができる。このように生じた共振したマイクロ波は電極内で減衰（導体損失）するため、入力側制御電極2及び出力側制御電極3の長さを非対称にすれば、減衰を抑制でき、導波路1を伝播する光を効率よく変調することが可能となる。

## 【0008】

【発明の実施の形態】本発明に使用できる光学基板は、当該分野で公知のものをいずれも使用することができる。例えば、厚さ方向にZ軸がくるようにカットされたLiNbO<sub>3</sub>（以下z-cut LiNbO<sub>3</sub>と称する）等が挙げられる。この光学基板の表面層には少なくとも1本以上の導波路が形成されている。導波路は、Ti等を熱拡散等の方法により光学基板に拡散させることにより形成することができる。なお、導波路は、制御電極より長いことが好ましい。より好ましい導波路は、直線導波路又はマッハツェンダ形導波路である。ここで、マッハツェンダ形導波路は、2本の導波路を有し、光の入力側と出力側において2本の導波路が合流した構成を有している。

【0009】次に、少なくとも1本の導波路近傍の光学基板には制御電極が配置される。なお、マッハツェンダ形導波路に対しては、2本の内少なくとも1本の導波路側に制御電極が形成されていけばよい。制御電極の材質は、当該分野で公知のものをいずれも使用することが

できる。例えば、Al、Au等が挙げられる。更に、制御電極は、その端部が、短絡又は開放されていてもよい。また、制御電極は、光の入力側から出力側への長さ方向で、導波路と少なくとも一部が重なっていることが好ましい。また、制御電極は、電気信号を印加するための給電電極と接続されている。更に、給電電極は、給電部と接続されている。

【0010】更に、制御電極は、給電電極との接続点の両側に位置する制御電極の光の入力側と出力側の長さが非対称であることも本発明の特徴の1つである。なお、本発明者は、入力側及び出力側の制御電極のどちらが長い場合も、長さが等しい場合と比較して、低駆動電圧化を実現できることを見だしている。ここで、制御電極の長さは、マイクロ波の減衰定数、実効屈折率等により適宜決定される。更に、入力側を短くすれば、光の変調に大きく寄与する光と同じ進行方向の電気信号の減衰を小さくすることができ、効率よく光を変調させることができるので、より低駆動電圧化が実現できる。なお、特に好ましい制御電極は、入力側と出力側との比が、1:1.1~1:2.5の関係を有する制御電極である。

【0011】より具体的な形状としては、図2及び図3に示す如き形状が挙げられる。図2において、1は導波路、2は入力側制御電極、3は出力側制御電極、5は整合電極、6は給電電極、7は給電部、8は接続点をそれぞれ示している。図2及び図3において、接続点8の近傍の給電電極6を同電位に保つためのブリッジを設けてもよい。このブリッジは、電極と同様の材料が使用でき、制御電極と導通しないように、絶縁膜（例えば、ポリイミド膜）を介して設けることが好ましい。

【0012】なお、導波路の形成後の光学基板には、光の制御電極への吸収を防ぐため、光学基板全面にパッファ層を形成してもよい。パッファ層は、例えば化学気相成長法により形成された0.3~0.4 $\mu$ mの厚さの二酸化シリコンが挙げられる。

#### 【0013】

##### 【実施例】

##### 実施例1

z-cut LiNbO<sub>3</sub> 光学基板上に、厚さ100nmの所望のパターンのTi膜を形成した。次いで、1050℃の酸素雰囲気中で10時間熱拡散することにより直線の導波路1を形成した。この後、光学基板全面に厚さ500nmの二酸化シリコンからなるパッファ層を形成した。更に、パッファ層上に、電極材料を蒸着し、図2に示す如きパターンの制御電極（2及び3）、整合電極5及び給電電極6をフォトリソグラフィ工程を経て形成し、位相変調器構造の光制御素子を得た。なお、制御電極の全長は約20mmとした。

【0014】上記のように形成された光制御素子を、入力側制御電極2と出力側制御電極3の長さの比を異ならせて、共振周波数を20GHzとした場合の、長さの比

に対する駆動電圧の関係を計算した結果を図4に示した。図4中、 $\Delta L$ は制御電極の中心から接続点8までの距離を示し、入力側制御電極2と出力側制御電極3の長さの差の半分に対応する。この図から明らかなように、例えば $\Delta L=10$ mmの場合、対称の場合（ $\Delta L=0$ ）と比べて、電圧を35%低減できることが判った。

#### 【0015】実施例2

制御電極の両端を開放すること以外は、実施例1と同様にして光制御素子を形成した。実施例2の光制御素子でも上記実施例1と同様の結果が得られた。

#### 実施例3

図2の導波路を、図3のマッハツェンダ型導波路に変えること以外は、実施例1と同様にして強度変調器構造の光制御素子を形成した。図3の光制御素子でも上記実施例1と同様の結果が得られた。

#### 【0016】

【発明の効果】本発明の光制御素子は、光学基板の表面層に少なくとも1本の導波路を有し、該導波路上又は近傍の光学基板上に制御電極が配置され、該制御電極に電気信号を印加するための給電電極を有し、制御電極と給電電極との接続点の両側に位置する制御電極の光の入力側と出力側の長さが非対称であることを特徴とする。従って、電極構造を複雑にすることなく、低駆動電圧化を実現することができる。

【0017】また、制御電極が、その両端を短絡させた構造であることにより、電気信号の減衰を抑えることができる。更に、入力側の制御電極が、出力側より短いことにより、更には、入力側の制御電極と出力側の制御電極との比が、1:1.1~1:2.5であることにより、光の変調に大きく寄与する光と同じ進行方向の電気信号の減衰を小さくすることができ、効率よく光を変調させることができるので、より低駆動電圧化が実現できる。

【0018】また、導波路が2本であり、入力側と出力側において導波路が合流した構成からなり、少なくとも一方の導波路近傍の光学基板上に制御電極が配置されることにより、マッハツェンダ型の導波路を有する光制御素子にも、本発明を適用することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光制御素子の原理説明図である。

【図2】実施例1の光制御素子の概略平面図である。

【図3】実施例3の光制御素子の概略平面図である。

【図4】実施例1の光制御素子の非対称性と駆動電圧の関係を示すグラフである。

【図5】従来の光制御素子の概略平面図である。

#### 【符号の説明】

- 1、11 導波路
- 2 入力側制御電極
- 3 出力側制御電極
- 4 整合回路
- 5、13 整合電極

(4)

特開平9-230296

5

6

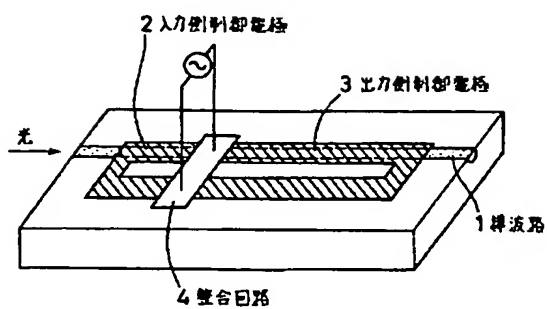
6、14 給電電極

\* 8 接統点

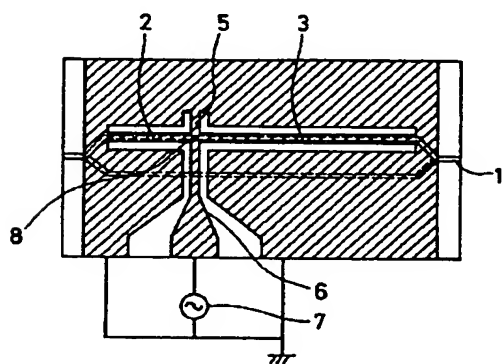
7、15 給電部

\* 12 制御電極

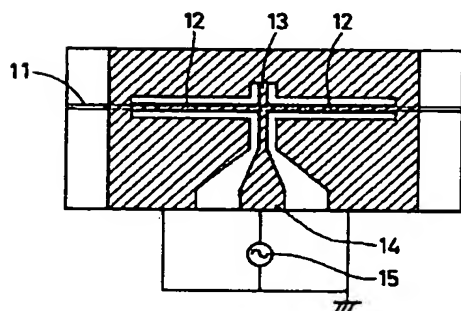
【図1】



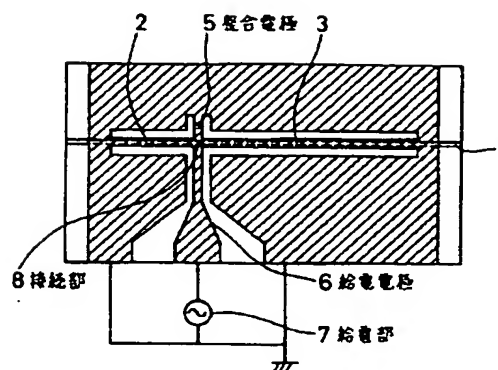
【図3】



【図5】



【図2】



【図4】

